

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
11. Oktober 2001 (11.10.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/76072 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H03L 7/10

Alois [DE/DE]; Elsenheimerstrasse 22, 85283 Wolnzach (DE). WANNENMACHER, Volker [DE/DE]; Eichendorffplatz 8, 81369 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/04598

(22) Internationales Anmeldedatum:  
22. Dezember 2000 (22.12.2000)

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESellschaft; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): CN, US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(30) Angaben zur Priorität:  
100 16 499.4 3. April 2000 (03.04.2000) DE

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESellschaft [DE/DE]; Wittelsbacher Platz 2, 80333 München (DE).

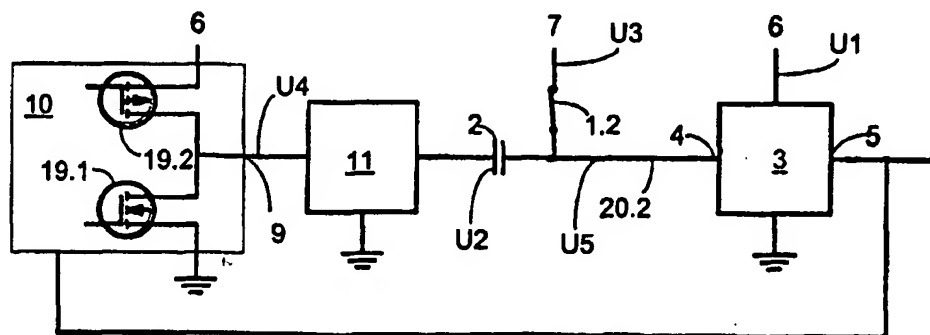
Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHECHINGER,

(54) Title: METHOD FOR OPERATING AN OSCILLATOR AND AN ELECTRIC CIRCUIT ARRANGEMENT AND A PHASE-LOCKED LOOP

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES OSZILLATORS SOWIE ELEKTRISCHE SCHALTUNGSANORDNUNG UND PHASENREGELSCHLEIFE



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a voltage-controlled oscillator (3). The invention also relates to an electric circuit arrangement and a phase-locked loop. The invention is characterised in that a certain additional voltage (U2) is added to the variable control voltage (U4) in an operating phase when required. Said control voltage is supplied to the oscillator (3) by means of a capacitor (2). The certain additional voltage (U2) is mounted on the capacitor (2) in a loading phase.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines spannungsgesteuerten Oszillators (3). Weiterhin betrifft die Erfindung eine elektrische Schaltungsanordnung sowie eine Phasenregelschleife. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß zu der variablen Steuerspannung (U4), die über einen Kondensator (2) dem Oszillator (3) zugeführt wird, in einer Betriebsphase bei Bedarf eine bestimmte Zusatzspannung (U2) addiert wird, wobei die bestimmte Zusatzspannung (U2) in einer Bereitstellungsphase auf den Kondensator (2) aufgebracht wird.

WO 01/76072 A1

## Beschreibung

Verfahren zum Betrieb eines Oszillators sowie elektrische  
Schaltungsanordnung und Phasenregelschleife

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines  
spannungsgesteuerten Oszillators, insbesondere in einem  
portablen Kommunikationsgerät, wobei dem Oszillator eine  
10 variable Steuerspannung zugeführt wird, die einer  
Betriebsspannung, vorzugsweise aus einer konstanten  
Spannungsquelle, entnommen wird.

Weiterhin betrifft die Erfindung eine elektrische  
15 Schaltungsanordnung zur Steuerung eines spannungsgesteuerten  
Oszillators, wobei der Oszillator mindestens einen  
Steuereingang für eine variable Steuerspannung und mindestens  
einen Eingang für eine Betriebsspannung aufweist. Darüber  
hinaus betrifft die Erfindung eine Phasenregelschleife mit  
20 mindestens einem Detektor, der eine variable Steuerspannung  
erzeugt, einer Filteranordnung und einem Oszillator, wobei  
der Oszillator mindestens einen Steuereingang für die  
variable Steuerspannung und mindestens einen Eingang für eine  
Betriebsspannung aufweist.

25

In Geräten der Kommunikationstechnik werden zur Erzeugung  
hochfrequenter Sinusspannungen spannungsgesteuerte  
Oszillatoren verwendet. Über einen Steuereingang kann bei  
diesen Oszillatoren die Ausgangsfrequenz innerhalb eines  
30 gewissen Bereiches variiert beziehungsweise abgestimmt  
werden. Dabei ist die Größe dieses abstimmbaren  
Frequenzbereiches, der auch Ziehbereich genannt wird, dadurch

festgelegt, welche minimale und maximale Spannung dem Steuereingang zugeführt werden kann. Hierbei ist die maximale Spannung durch die vorhandene Betriebsspannung gegeben.

5

Bei dem Betrieb von modernen Kommunikationsgeräten prallen oft zwei Forderungen aufeinander. Häufig erfordern diese Kommunikationsgeräte einen großen Ziehbereich des Oszillators, arbeiten aber gleichzeitig mit niedrigen Betriebsspannungen, zum Beispiel weil sie batteriebetrieben sind. Oszillatoren, die einen großen Ziehbereich mit nur geringer Steuerspannung abdecken, sind zwar herstellbar, leiden aber oft unter einer hohen Empfindlichkeit und unter schlechten Phasenausgangseigenschaften. Dies wird beim Einsatz solcher Oszillatoren in einer Phasenregelschleife oft noch verschärft.

10

15

Bisher wird zur Lösung zum Beispiel die Betriebsspannung des Gesamtgerätes durch Einsatz von DC-DC-Konvertern oder Ladungspumpen erhöht. Diese Lösung ist allerdings teuer, und es besteht die Gefahr von spektralen Unreinheiten durch NF-Störungen (NF = Niederfrequenz). Weiterhin werden mehrere Oszillatoren, von denen jeder nur einen Teil des gewünschten Frequenzbereiches abdeckt, verwendet. Diese Variante hat nun allerdings enorme Kosten zur Folge. In einem anderen Vorschlag werden geschaltete Oszillatoren, bei denen durch Umschaltung des Resonatorkreises, meist durch PIN-Dioden, ein Frequenzsprung erzeugt werden kann, verwendet. Hierbei ist aber der Entwurf und die Ausführung eines solchen Oszillators problematisch.

25

30

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, das auf einfache und störungsfreie Weise eine Erweiterung des Ziehbereichs eines Oszillators ermöglicht. Weiterhin ist es Aufgabe der Erfindung, eine elektrische Schaltungsanordnung und eine Phasenregelschleife zur Durchführung des Verfahrens zur Verfügung zu stellen.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die jeweils unabhängigen Ansprüche gelöst.

10

Demgemäß schlagen die Erfinder vor, ein Verfahren zum Betrieb eines spannungsgesteuerten Oszillators, insbesondere in einem portablen Kommunikationsgerät, wobei dem Oszillator eine variable Steuerspannung zugeführt wird, die einer Betriebsspannung, vorzugsweise aus einer konstanten Spannungsquelle, entnommen wird, dahingehend weiterzuentwickeln, daß die variable Steuerspannung über einen Kondensator dem Oszillator zugeführt wird, und der variablen Steuerspannung in einer Betriebsphase bei Bedarf eine bestimmte Zusatzspannung zuaddiert wird, wobei die bestimmte Zusatzspannung in einer Bereitstellungsphase auf den Kondensator aufgebracht wird. Das Verfahren zum Betrieb des spannungsgesteuerten Oszillators gliedert sich also in eine Bereitstellungsphase und in eine Betriebsphase.

25

Vorteilhaft wird der Kondensator während der Bereitstellungsphase mit Hilfe einer an dem Kondensator anliegenden Ladespannung aufgeladen. Diese Ladespannung kann nun gleich der Betriebsspannung sein, so daß der Kondensator am Ende der Bereitstellungsphase eine Spannung (Zusatzspannung) trägt, die gleich der Betriebsspannung ist. Diese Zusatzspannung kann in der Betriebsphase zu der

30

variablen Steuerspannung addiert werden, wodurch sich der Eingangsspannungsbereich des Oszillators um den Betrag der Zusatzspannung erhöht und sich hierdurch auch der Ziehbereich des Oszillators erweitert.

5

Eine vorteilhafte Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß die Ladezeit durch Unterbrechung der an dem Kondensator anliegenden Ladespannung gesteuert wird. Die Unterbrechung des Ladevorganges des Kondensators in der Bereitstellungsphase kann zum Beispiel durch eine Steuervorrichtung bewirkt werden, die nach einer vorgegebenen Ladezeit einen Schalter öffnet und so die Aufladung des Kondensators unterbricht. Die nun an dem Kondensator anliegende Zusatzspannung ist kleiner als die Ladespannung beziehungsweise kleiner als die Betriebsspannung. Die Größe der Zusatzspannung am Kondensator ergibt sich somit aus der Dauer seiner Ladezeit. Diese Weiterentwicklung bewirkt, daß die Steuerspannung stufenlos erhöht werden kann, und somit auch der Ziehbereich des Oszillators über einen weiten Frequenzbereich abgestimmt werden kann.

Eine weitere Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß eine Zusatzspannung erzeugt wird, die gegenläufig der Ladespannung ausgebildet ist. Hierdurch wird ermöglicht, daß am Kondensator negative Zusatzspannungen anliegen und somit eine noch größere Variabilität erreicht werden kann.

In einer anderen Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wenn nicht eine hohe, sondern eine niedrige Steuerspannung am Oszillator gewünscht ist, wird der Kondensator während der Bereitstellungsphase auf eine Spannung 0 entladen. In der

Betriebsphase liegt somit am Oszillator die durch den Kondensator unveränderte Steuerspannung an.

5 Weiterhin wird der Kondensator während der Betriebsphase weder geladen noch entladen.

Darüber hinaus wird das erfindungsgemäße Verfahren dahingehend weiterentwickelt, daß das Verfahren an der Steuerspannung einer Phasenregelschleife stattfindet. Es  
10 kann also auch hier in einer Bereitstellungsphase bei Bedarf eine bestimmte Zusatzspannung erzeugt werden, die in einer Betriebsphase zu der variablen Steuerspannung einer Phasenregelschleife addiert wird. Hierdurch erhöht sich der Eingangsspannungsbereich des Oszillators einer  
15 Phasenregelschleife und somit auch sein Ziehbereich.

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich also im Wesentlichen für solche Oszillatoren oder Phasenregelschleifen, die nicht im Dauerbetrieb sind.

20

Die Erfinder schlagen weiterhin vor, eine elektrische Schaltungsanordnung zur Steuerung eines spannungsgesteuerten Oszillators, wobei der Oszillator mindestens einen Steuereingang für eine variable Steuerspannung und mindestens  
25 einen Eingang für eine Betriebsspannung aufweist, so weiterzuentwickeln, daß ein Kondensator in Serie zu dem Steuereingang des Oszillators vorgesehen ist, der in einer Bereitstellungsphase vorgeladen werden kann. Wird eine in der Vorladung erzeugte Zusatzspannung nun der Steuerspannung  
30 zuaddiert, kann dem Oszillator eine höhere Steuerspannung an seinem Steuereingang zur Verfügung gestellt werden.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen elektrischen Schaltungsanordnung ist zur Vorladung mindestens ein Schaltmittel vorgesehen, wobei je nach Stellung des Schaltmittels der Kondensator mit Hilfe einer Ladespannung geladen wird. Vorteilhaft sind zur Vorladung mindestens drei, gegebenenfalls vier Schaltmittel vorgesehen.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen elektrischen Schaltungsanordnung sieht vor, daß zumindest ein Schaltmittel mindestens einen Transistor oder mindestens eine Diode oder mindestens einen Schalter darstellt. Das Schaltmittel kann auch durch Kombinationen aus Transistor(en), Diode(n) und Schalter(n) realisiert sein.

Eine vorteilhafte Weiterentwicklung der elektrischen Schaltungsanordnung besteht darin, daß eine Steuervorrichtung zur Betätigung von mindestens einem Schaltmittel vorgesehen ist. Diese Steuervorrichtung unterbricht die Zusatzspannung des Kondensators durch eine Unterbrechung der Ladespannung.

Weiterhin kann die Steuervorrichtung derart ausgebildet sein, daß die Ladezeit variiert werden kann. So kann sie einen Zeitgeber enthalten, der bewirkt, daß die Steuervorrichtung nach einer vorgegebenen Ladezeit den Ladevorgang unterbricht.

Beispielsweise kann die Ladung des Kondensators über einen Widerstand oder eine Stromquelle erfolgen, ehe die Steuervorrichtung einen Schalter öffnet und somit den Ladevorgang beendet. Weiterhin kann die Steuervorrichtung als Programmteil ausgebildet sein.

Da die meisten spannungsgesteuerten Oszillatoren nicht freilaufend betrieben werden, sondern Teil einer

Phasenregelschleife sind, schlagen die Erfinder vor, eine Phasenregelschleife mit mindestens einem Detektor, der eine variable Steuerspannung erzeugt, einer Filteranordnung und einem Oszillator, wobei der Oszillator mindestens einen

5   Steuereingang für die variable Steuerspannung und mindestens einen Eingang für eine Betriebsspannung aufweist, dahingehend weiterzuentwickeln, daß die oben genannte erfindungsgemäße elektrische Schaltungsanordnung vor dem Steuereingang des

10   beispielsweise ein Loopfilter, das für Gleichspannungen durchgängig ist.

In einer bevorzugten Weiterentwicklung der erfindungsgemäßen Phasenregelschleife verfügt der Detektor über zwei

15   komplementär angeordnete Transistoren, die in einer Bereitstellungsphase die Funktion jeweils eines Schaltmittels übernehmen. Es werden also die in dem Detektor vorliegenden Transistoren zur Kondensatoraufladung mitbenutzt. Das heißt, je nach Stellung der Transistoren und eines weiteren

20   Schalters kann der Kondensator sowohl geladen als auch entladen werden. Nach der Bereitstellungsphase, also in der Betriebsphase, arbeiten die Transistoren wieder als Phasendetektor.

25   Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung mehrerer Ausführungsbeispiele, unter Bezugnahme auf die Zeichnungen, wobei eine Betriebsspannung von 2,8 V und eine Steuerspannung von 0,3 V bis 2,2 V angenommen wird. Weiterhin wird angenommen, daß

30   der Steuereingang des Oszillators nur vernachlässigbaren Stromverbrauch aufweist (gute Näherung für varaktorgesteuerte Oszillatoren). Es zeigen:



- Figur 1a: eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung in einer Bereitstellungsphase mit Vorladung eines Kondensators;
- 5 Figur 1b: eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung in einer Betriebsphase nach Vorladung des Kondensators;
- Figur 2a: eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung in der Bereitstellungsphase ohne Vorladung des
- 10 Kondensators;
- Figur 2b: eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung in der Betriebsphase ohne Vorladung des Kondensators;
- Figur 3a,b: eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung mit einer alternativen Schalteranordnung in der
- 15 Bereitstellungsphase;
- Figur 4a: eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung in der Bereitstellungsphase für eine positive Vorladung des Kondensators;
- Figur 4b: eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung in der
- 20 Bereitstellungsphase für eine negative Vorladung des Kondensators;
- Figur 5a: eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung mit einer variablen Vorspannung durch einen Widerstand;
- 25 Figur 5b: eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung mit einer variablen Vorspannung durch eine Stromquelle;
- Figur 6: eine bekannte Phasenregelschleife;
- Figur 7: eine erfindungsgemäße Phasenregeschleife mit
- 30 Kondensator.

Die Figur 1a zeigt eine erfindungsgemäße elektrische Schaltungsanordnung in einer Bereitstellungsphase, wobei der Kondensator 2 geladen wird (Vorladung). Die Schaltungsanordnung besteht aus einem Schaltungseingang 8, einem Eingang 7 für eine Ladespannung  $U_3$  sowie einem Oszillator 3, mit einem Steuereingang 4 für eine Steuerspannung  $U_5$ ; einem HF-Ausgang 5, einer Leitung zur Erde 15 und einem Eingang 6 für eine Betriebsspannung  $U_1$ . Weiterhin besteht die Schaltungsanordnung aus drei Schaltern 1.1 bis 1.3. Der Kondensator 2 ist zwischen dem Schaltungseingang 8 und dem Steuereingang 4 des Oszillators 3 angeordnet.

Zwischen dem Schaltungseingang 8 und dem Kondensator 2 verläuft eine schaltungseingangsseitige Leitung 20.1, zwischen dem Kondensator 2 und dem Steuereingang 4 des Oszillators 3 eine oszillatorseitige Leitung 20.2. Der Schalter 1.2 verbindet den Eingang 7 mit der Leitung 20.2, der Schalter 1.1 die Erde mit der Leitung 20.1 und der Schalter 1.3 die Erde mit der Leitung 20.2.

In der Bereitstellungsphase wird der Kondensator 2 durch die an dem Eingang 7 anliegenden Ladespannung  $U_3$  geladen, wobei die Schalter 1.1 und 1.2 geschlossen, der Schalter 1.3 geöffnet ist. Die Ladespannung  $U_3$  ist hier gleich der Betriebsspannung  $U_1$  (2,8 V), dargestellt durch die gestrichelte Linie zwischen den Eingängen 7 und 6. Am Ende der Bereitstellungsphase trägt der Kondensator 2 eine Zusatzspannung  $U_2$  (2,8 V), die gleich der Ladespannung  $U_3$  ist.

Es versteht sich, daß die Ladespannung  $U_3$  nicht gleich der Betriebsspannung  $U_1$  sein muß, sondern einen anderen Wert aufweisen kann, wenn zum Beispiel eine zweite Betriebsspannung zur Verfügung gestellt wird.

5

Die Figur 1b zeigt die erfindungsgemäße elektrische Schaltungsanordnung in einer Betriebsphase nach Vorladung des Kondensators 2. Alle Schalter 1.1 bis 1.3 sind geöffnet und am Schaltungseingang 8 liegt eine Steuerspannung  $U_4$  (0,3 V bis 2,2 V) an. Die Zusatzspannung  $U_2$  (2,8 V) des  
10 Kondensators 2 addiert sich zur eingehenden Steuerspannung  $U_4$ , so daß nun die Steuerspannung  $U_5$  am Steuereingang 4 des Oszillators 3 um den Betrag der Zusatzspannung  $U_2$  höher ist als die Steuerspannung  $U_4$  am Schaltungseingang 8. Die  
15 Steuerspannung  $U_5$  hat demnach Werte zwischen 3,1 V bis 5 V.

Da der Oszillator 3 abhängig von der Steuerspannung  $U_5$  die Frequenz an seinem HF-Ausgang 5 ändert, kann durch die Erhöhung der Steuerspannung  $U_5$  der Ziehbereich des  
20 Oszillators 3, also die Größe seines abstimmbaren Frequenzbereiches, erweitert werden.

Ist nicht eine hohe, sondern eine niedrige Steuerspannung  $U_5$  am Oszillator 3 gewünscht, so verfährt man, wie in den  
25 Figuren 2a und 2b dargestellt.

Die Figur 2a zeigt die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung in der Bereitstellungsphase ohne Vorladung des Kondensators 2. Hier sind die geerdeten Schalter 1.1 und 1.3 geschlossen,  
30 und der Schalter 1.2 geöffnet, so daß der Kondensator 2 ungeladen bleibt.

Die Figur 2b zeigt die Betriebsphase der Schaltungsanordnung, ohne daß der Kondensator 2 zuvor geladen wurde. Hier hat die Steuerspannung U5 am Steuereingang 4 des Oszillators 3 den selben Wert wie die Steuerspannung U4 am Schaltungseingang 8, nämlich 0,3 V bis 2,2 V.

Wird die Schaltung aus den Figuren 1a, 1b, 2a und 2b mit der Steuerspannung U4 von 0,3 V bis 2,2 V und einer Betriebsspannung U1 und einer Ladespannung U3 von jeweils 2,8 V betrieben, so ergibt sich am Steuereingang 4 des Oszillators 3 die Steuerspannung U5 von 0,3 V bis 2,2 V ohne Vorladung des Kondensators 2 und 3,1 V bis 5 V mit Vorladung. Hierdurch entsteht eine Lücke von 2,2 V bis 3,1 V, die nicht abgedeckt ist.

15

Behebbar ist diese Lücke durch die Wahl einer Ladespannung U3, die kleiner oder gleich 1,9 V ist. Da es aber unerwünscht sein kann, eine weitere Betriebsspannung U1 zur Verfügung zu stellen, wird die Figur 1a so weitergebildet, wie in den Figuren 5a und 5b gezeigt ist.

20

Die Figuren 3a und 3b zeigen alternative Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung, die das gleiche leisten können wie die Schaltungsanordnungen der voranstehenden Figuren. In den Figuren 3a und 3b sind die Schaltstellungen in der Bereitstellungsphase dargestellt.

25

In der Figur 3a verbindet der Schalter 1.1 die Erde mit der schaltungseingangsseitigen Leitung 20.1, der Schalter 1.2 verbindet den Eingang 7 mit der oszillatorseitigen Leitung 20.2 und der Schalter 1.3 verbindet die Leitung 20.1 mit der Leitung 21.1, die zwischen dem Schalter 1.2 und dem Eingang 7

30

verläuft. Zur Aufladung des Kondensators 2 auf eine Zusatzspannung  $U_2$  sind die Schalter 1.1 und 1.2 geschlossen, der Schalter 1.3 ist geöffnet.

- 5 In einer anschließenden Betriebsphase werden alle Schalter 1.1 bis 1.3 geöffnet, so daß die am Kondensator 2 anliegende Zusatzspannung  $U_2$  zu der Steuerspannung  $U_4$  addiert wird.

Auch in der Figur 3b verbindet der Schalter 1.1 die Erde mit  
10 der Leitung 20.1, der Schalter 1.2 den Eingang 7 mit der Leitung 20.2. Hier verbindet nun der Schalter 1.3 die Leitung 20.1 mit der Leitung 21.2, die zwischen dem Schalter 1.2 und der Leitung 20.2 verläuft. Wie in der Figur 3a sind die Schalter 1.1 und 1.2 zur Aufladung des Kondensators 2  
15 geschlossen und der Schalter 1.3 ist geöffnet.

Soll der Kondensator 2 entladen werden, wird dies durch Öffnen des Schalters 1.2 und Schließen des Schalters 1.3 erreicht.

20

Die Figuren 4a und 4b zeigen zwei Ausführungsbeispiele einer sogenannten „Vollbrücke“ mit den vier Schaltern 1.1 bis 1.4.

In der Figur 4a verbindet der Schalter 1.1 die Erde mit der  
25 Leitung 20.1, der parallel hierzu angeordnete Schalter 1.3 die Erde mit der Leitung 20.2 und der Schalter 1.2 den Eingang 7 mit der Leitung 20.2. Die Verbindung zwischen der Leitung 20.1 und der Leitung 21.1 wird über den Schalter 1.4 hergestellt. Sind die Schalter 1.3 und 1.4 geöffnet und die  
30 Schalter 1.1 und 1.2 geschlossen, wird der Kondensator 2 auf eine positive Zusatzspannung  $U_2$  aufgeladen, wie dies in der Figur 4a gezeigt ist.

Die Vollbrücke in der Figur 4b ermöglicht hingegen eine Aufladung des Kondensators auf negative Zusatzspannungen U2. Die Anordnung der Schalter 1.1 bis 1.4 ist analog zu der  
5 Schalteranordnung in der Figur 4a, wobei nun die Schalter 1.2 und 1.1 geöffnet und die Schalter 1.3 und 1.4 geschlossen sind.

In einer auf die Bereitstellungsphase folgenden Betriebsphase  
10 werden sowohl in der Figur 4a als auch in der Figur 4b alle Schalter 1.1 bis 1.4 geöffnet.

Die Figur 5a zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung, bei der die  
15 Zusatzspannung U2 am Kondensator 2 variabel eingestellt werden kann.

Im Unterschied zu Figur 1a ist zwischen dem Eingang 7 für die Ladespannung U3 und dem Schalter 1.2 ein Widerstand 12  
20 enthalten. Weiterhin verfügt die Schaltungsanordnung über eine Steuerung 13, die den Schalter 1.2 öffnen und schließen kann, dargestellt durch die gestrichelte Linie. Die Ladung des Kondensators 2 erfolgt nun ausgehend von der an dem Eingang 7 anliegenden Ladespannung U3 über den Widerstand 12.  
25 Wie in der Figur 1a sind die Schalter 1.2 und 1.1 geschlossen, der Schalter 1.3 geöffnet. Nach einer vorbestimmten Ladezeit öffnet die Steuerung 13 den Schalter 1.2 und beendet damit den Ladevorgang am Kondensator 2. In der anschließenden Betriebsphase sind alle Schalter 1.1 bis  
30 1.3 geöffnet.

Diese bevorzugte Ausführung ermöglicht es, Zusatzspannungen  $U_2$  am Kondensator 2 zu erzeugen, die zwischen 0 V und der Ladespannung  $U_3$  beziehungsweise der Betriebsspannung  $U_1$  liegen. Werden Zusatzspannungen  $U_2$  zwischen 0,1 V und 0,9 V erzeugt, kann die in den Figuren 1a bis 2b aufgetretene Lücke von 2,2 V bis 3,1 V der Steuerspannung  $U_5$  am Eingang 4 des Oszillators 3 abgedeckt werden.

Figur 5b zeigt eine andere erfindungsgemäße Schaltungsanordnung, wobei der Widerstand 12 aus der Figur 5a durch eine Stromquelle ersetzt wird.

Die Figur 6 zeigt den Aufbau einer herkömmlichen Phasenregelschleife. Bei einer Phasenregelschleife wird mit Hilfe einer Filteranordnung 11 (beispielsweise eines Schleifenfilters), eines Phasen-Frequenz-Detektors 10, eines Oszillators 3, der einen Steuereingang 4, einen Eingang 6 für die Betriebsspannung  $U_1$  und einen HF-Ausgang 5 aufweist und eines Frequenzteilers (hier nicht dargestellt) die Ausgangsfrequenz des Oszillators 3 in eine phasenstarre Beziehung zu einer Referenzfrequenz gesetzt.

Der Detektor 10 erzeugt eine Steuerspannung  $U_4$ . Diese durchläuft die Filteranordnung 11 und erreicht den Steuereingang 4 des Oszillators 3. Je nach Größe der Steuerspannung  $U_4$  wird eine Ausgangsfrequenz generiert, die über den Frequenzteiler dem Detektor 10 wieder zugeführt wird. Dieser vergleicht dann die Ausgangsfrequenz mit der Referenzfrequenz und regelt die Steuerspannung  $U_4$  entsprechend.

Als Detektor 10 ist hier ein Phasendetektor gezeigt, der zwei Transistoren 19.X (Charge-Pump-Transistoren) aufweist. Der Ausgang dieses Detektors 10 hat Stromquelleneigenschaften, wobei die Transistoren 19.X die Stromquellen nachbilden.

- 5   Andere Varianten für einen Detektor 10 wären beispielsweise eine einfacher Analogmischer, ein EXOR-Gatter oder ein Ringmischer.

Die Figur 7 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der  
10   erfindungsgemäßen Phasenregelschleife, die eine Weiterbildung der herkömmlichen Phasenregelschleife aus der Figur 6 darstellt. Hierbei ist zwischen der Filteranordnung 11 und dem Steuereingang 4 des Oszillators 3 ein Kondensator 2  
15   angeordnet. Der Kondensator 2 kann auch vor der Filteranordnung 11 angeordnet sein, allerdings sind bei dieser Variante relativ große Kapazitätswerte an dem Kondensator 2 erforderlich.

Weiterhin verbindet ein Schalter 1.2 den Eingang 7 für die  
20   Ladespannung  $U_3$  mit der oszillatorseitigen Leitung 20.2 zwischen dem Kondensator 2 und dem Oszillator 3. Die Filteranordnung 11 ist hier als Loopfilter (Schleifenfilter) ausgebildet, das normalerweise für Gleichspannungen durchlässig ist.

25

Als Filteranordnung 11 wird vorzugsweise ein passives Schleifenfilter (Kondensator) eingesetzt, das Konstantstromquellen aufweist, die das Filter 11 auf- oder entladen. Um eine bessere Störunterdrückung zu erreichen,  
30   führt man eine hierdurch erzeugte Abstimmspannung noch über einen RC-Tiefpaß-Filter. Das Schleifenfilter 11 hat daher eventuell einen Serienwiderstand (DC-Widerstand), der die



Funktion der Schaltung in der Figur 7 aber nicht stört, wenn er hinreichend klein ist. Dies bedeutet, der DC-Widerstand sollte so klein sein, daß es in der Bereitstellungsphase möglich wird, trotz des DC-Widerstandes den Kondensator 2  
5 völlig zu laden.

Der Ausgang 9 des Phasen-Frequenz-Detektors 10 verfügt über zwei komplementär angeordnete Transistoren 19.1 und 19.2 (Charge-Pump-Transistoren), also beispielsweise zwei MOS-  
10 Fets. Jeder einzelne dieser MOS-Fets kann, falls gewünscht, beliebig geöffnet oder geschlossen werden. Somit können diese Transistoren 19.X bei geeigneter Steuerung in der Bereitstellungsphase die Funktion des Schalters 1.1 aus den Figuren 1a und 2a beziehungsweise die Funktion der Schalter  
15 1.1 und 1.3 aus den Figuren 3a und 3b übernehmen.

Um den Kondensator 2 auf die Zusatzspannung U2 aufzuladen, ist in der Bereitstellungsphase der Schalter 1.2 sowie der Transistor 19.1 geschlossen. Der Transistor 19.2 dagegen ist  
20 geöffnet.

In der Betriebsphase ist der Schalter 1.2 geöffnet, die Transistoren 19.1 und 19.2 arbeiten als normaler Phasendetektor und die Zusatzspannung U2 addiert sich zu der  
25 von dem Detektor 10 ausgegebenen Steuerspannung U4. Am Eingang 4 des Oszillators 3 liegt nun die Steuerspannung U5 an, die sich aus der Zusatzspannung U2 und der Steuerspannung U4 zusammensetzt. Die Transistoren 19.1 und 19.2 arbeiten in dieser Betriebsphase also wieder normal als Phasendetektor.

30

Es versteht sich, daß anstelle eines Detektors 10 mit Transistoren 19.X auch andere Phasendetektoren eingesetzt

werden können, wie zum Beispiel ein Mischer, der keine Ausgangstransistoren 19.X besitzt. Erfindungsgemäß können sich dann eine der voranstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Schaltungsanordnungen aus den Figuren 1a bis 5b zwischen dem Phasendetektor und dem Oszillator 3 befinden, mit derer Hilfe die Steuerspannung U5 an dem Steuereingang 4 des Oszillators 3 erhöht wird. In diesem Fall kann nun als Filteranordnung 11 auch ein aktiver Schleifenfilter verwendet werden.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten Merkmale der Erfindung nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Insgesamt wird durch die Erfindung ein Verfahren zur Verfügung gestellt, das auf einfache und störungsfreie Weise eine Erweiterung des Ziehbereichs eines Oszillators ermöglicht. Weiterhin wird eine elektrische Schaltungsanordnung und eine Phasenregelschleife zur Durchführung des Verfahrens vorgestellt.

## Bezugszeichenliste

	1.X	Schaltmittel
	2	Kondensator
5	3	Oszillator
	4	Steuereingang
	5	HF-Ausgang
	6	Eingang für die Betriebsspannung U1
	7	Eingang für die Ladespannung U3
10	8	Schaltungseingang
	9	Ausgang des Detektors 10
	10	Detektor
	11	Filteranordnung
	12	Widerstand
15	13	Steuervorrichtung
	14	Stromquelle
	15	Leitung zur Erde
	19.X	Transistor
	20.1	Schaltungseingangsseitige Leitung
20	20.2	Oszillatorseitige Leitung
	21.1	Leitung zwischen Schalter 1.2 und Eingang 7
	21.2	Leitung zwischen Schalter 1.2 und Leitung 20.2
	U1	Betriebsspannung
25	U2	Zusatzspannung
	U3	Ladespannung
	U4	Steuerspannung
	U5	Steuerspannung

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines spannungsgesteuerten  
5 Oszillators (3), insbesondere in einem portablen  
Kommunikationsgerät, wobei dem Oszillator (3) eine  
variable Steuerspannung (U4) zugeführt wird, die einer  
Betriebsspannung (U1), vorzugsweise aus einer konstanten  
Spannungsquelle, entnommen wird, dadurch  
10 gekennzeichnet, daß die variable Steuerspannung (U4)  
über einen Kondensator (2) dem Oszillator (3) zugeführt  
wird, und der variablen Steuerspannung (U4) in einer  
Betriebsphase bei Bedarf eine bestimmte Zusatzspannung  
(U2) zuaddiert wird, wobei die bestimmte Zusatzspannung  
15 (U2) in einer Bereitstellungsphase auf den Kondensator  
(2) aufgebracht wird.
2. Verfahren gemäß dem voranstehenden Anspruch 1, dadurch  
gekennzeichnet, daß der Kondensator (2) während der  
20 Bereitstellungsphase mit Hilfe einer an dem Kondensator  
(2) anliegenden Ladespannung (U3), die gleich der  
Betriebsspannung (U1) sein kann, aufgeladen wird.
3. Verfahren gemäß dem voranstehenden Anspruch 2, dadurch  
25 gekennzeichnet, daß die bestimmte Zusatzspannung  
(U2) des Kondensators (2) durch Unterbrechung der  
Ladespannung (U3) des Kondensators (2) gesteuert wird.
4. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis  
30 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusatzspannung  
(U2) gegenläufig der Ladespannung (U3) ausgebildet ist.

5. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Kondensator (2) während der Bereitstellungsphase entladen wird.
- 5 6. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kondensator (2) während der Betriebsphase weder geladen noch entladen wird.
- 10 7. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren an der Steuerspannung einer Phasenregelschleife stattfindet.
8. Elektrische Schaltungsanordnung zur Steuerung eines  
15 spannungsgesteuerten Oszillators (3), wobei der Oszillator (3) mindestens einen Steuereingang (4) für eine variable Steuerspannung (U4) und mindestens einen Eingang (6) für eine Betriebsspannung (U1) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kondensator (2) in  
20 Serie zu dem Steuereingang (4) des Oszillators (3) vorgesehen ist, der in einer Bereitstellungsphase vorgeladen werden kann.
9. Elektrische Schaltungsanordnung gemäß dem voranstehenden  
25 Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Vorladung mindestens ein Schaltmittel (1.X) vorgesehen ist, wobei je nach Stellung des mindestens einen Schaltmittels (1.X) der Kondensator (2) mit Hilfe einer Ladespannung (U3) geladen wird.
- 30 10. Elektrische Schaltungsanordnung gemäß dem voranstehenden Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur

Vorladung mindestens drei, gegebenenfalls vier Schaltmittel (1.X) vorgesehen sind.

11. Elektrische Schaltungsanordnung gemäß einem der  
5 voranstehenden Ansprüche 9 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Schaltmittel (1.X) mindestens ein Transistor und/oder mindestens eine Diode und/oder mindestens ein Schalter ist.
- 10 12. Elektrische Schaltungsanordnung gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuervorrichtung (13) zur Betätigung von mindestens einem Schaltmittel (1.X) vorgesehen ist.
- 15 13. Elektrische Schaltungsanordnung gemäß dem voranstehenden Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuervorrichtung (13) derart ausgebildet ist, daß die Ladezeit variiert werden kann.
- 20 14. Phasenregelschleife mit mindestens einem Detektor (10), der eine variable Steuerspannung (U4) erzeugt, einer Filteranordnung (11) und einem Oszillator (3), wobei der Oszillator (3) mindestens einen Steuereingang (4) für die  
25 variable Steuerspannung (U4) und mindestens einen Eingang (6) für eine Betriebsspannung (U1) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Steuereingang (4) eine elektrische Schaltungsanordnung, gemäß einem der Merkmale der voranstehenden Ansprüche 8 bis 13, vorgesehen ist.
- 30 15. Phasenregelschleife gemäß dem voranstehenden Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Detektor (10) zwei

komplementär angeordnete Transistoren aufweist, die in einer Bereitstellungsphase als zwei Schaltmittel (1.X) fungieren.

Fig. 1a

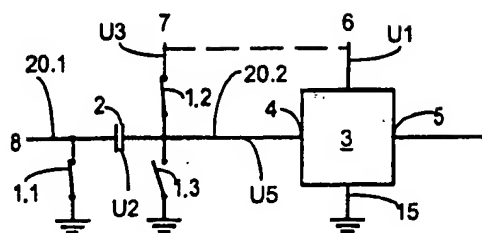


Fig. 1b

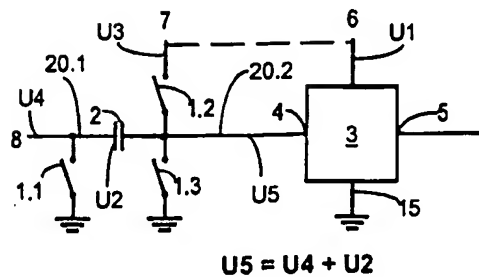


Fig. 2a

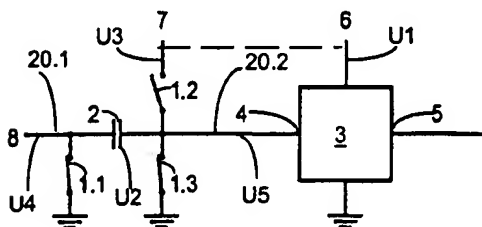


Fig. 2b

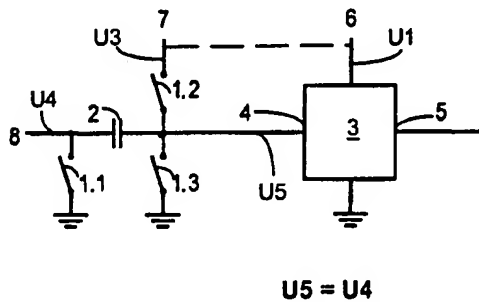


Fig. 3a

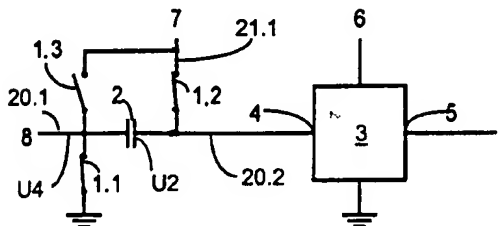


Fig. 3b

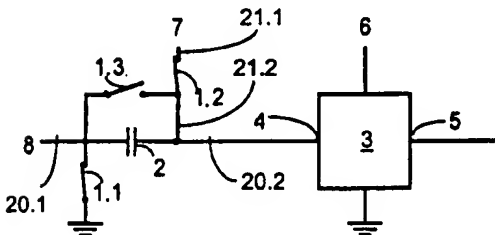


Fig. 4a

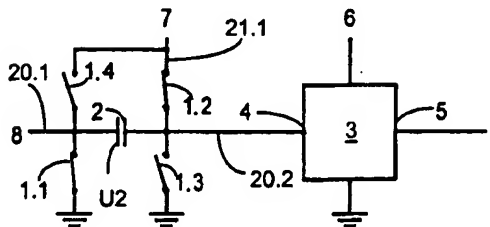


Fig. 4b

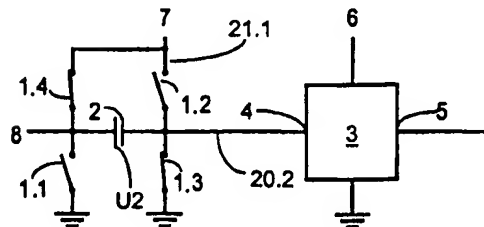




Fig. 5a

Fig. 5b

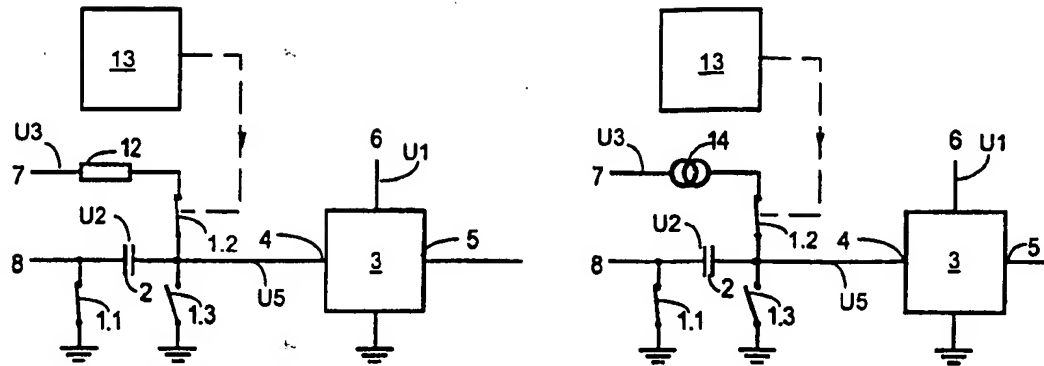


Fig. 6

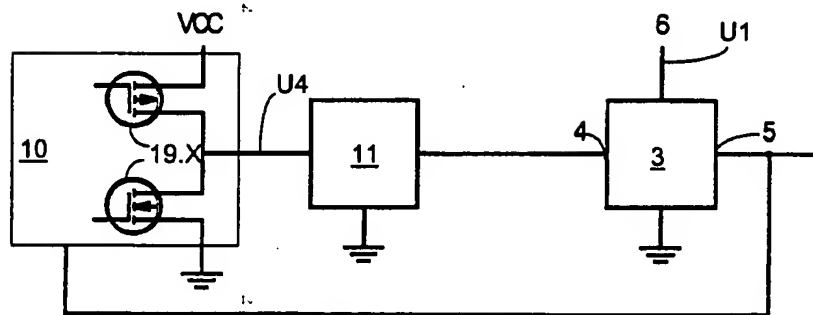
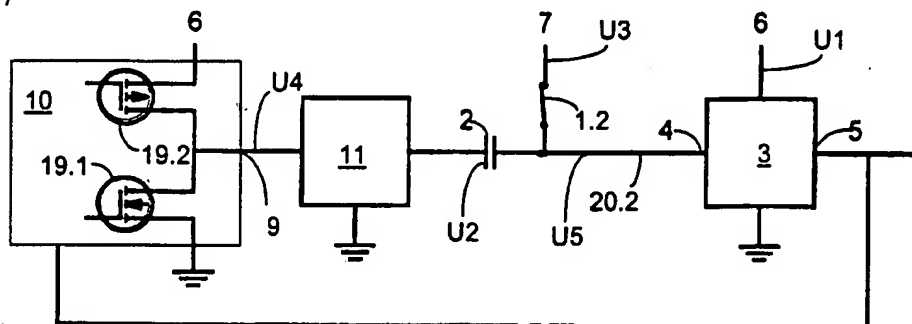


Fig. 7



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/04598

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H03L7/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H03L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

INSPEC, COMPENDEX, FSTA, EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 829 968 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 18 March 1998 (1998-03-18) column 2, line 3 - column 6, line 21; figures	1,7,8, 14,15
A	EP 0 561 257 A (SIEMENS AG) 22 September 1993 (1993-09-22) column 1, line 1 - column 3, line 40; figures	1-4,8,9, 11,12
A	US 5 359 300 A (MINAMI YOICHIRO) 25 October 1994 (1994-10-25) column 1, line 5 - line 21 column 1, line 66 - column 2, line 56 column 3, line 41 - column 4, line 5; figures 1,4	1,7,8, 14,15
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 June 2001

Date of mailing of the international search report

18/06/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Balbinot, H

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/04598

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>DE 39 38 292 A (BOSCH GMBH ROBERT)  23 May 1991 (1991-05-23)  column 1, line 2 -column 2, line 58;  figures</p> <p>-----</p>	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/04598

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0829968 A	18-03-1998	US 5838180 A BR 9704663 A	17-11-1998 16-03-1999
EP 0561257 A	22-09-1993	AT 144663 T DE 59304234 D DK 561257 T ES 2092708 T	15-11-1996 28-11-1996 24-02-1997 01-12-1996
US 5359300 A	25-10-1994	JP 2770659 B JP 6013895 A CN 1082267 A,B	02-07-1998 21-01-1994 16-02-1994
DE 3938292 A	23-05-1991	NONE	

PCT/DE 00/04598

IPK 7 H03L7/10

IPK 7 H03L

INSPEC, COMPENDEX, FSTA, EPO-Internal, WPI Data, PAJ

-/-

Balbinot, H

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/04598

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
A	<p>DE 39 38 292 A (BOSCH GMBH ROBERT)</p> <p>23. Mai 1991 (1991-05-23)</p> <p>Spalte 1, Zeile 2 -Spalte 2, Zeile 58;</p> <p>Abbildungen</p> <p>-----</p>	1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern. Aktenzeichen

PCT/DE 00/04598

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0829968 A	18-03-1998	US 5838180 A BR 9704663 A	17-11-1998 16-03-1999
EP 0561257 A	22-09-1993	AT 144663 T DE 59304234 D DK 561257 T ES 2092708 T	15-11-1996 28-11-1996 24-02-1997 01-12-1996
US 5359300 A	25-10-1994	JP 2770659 B JP 6013895 A CN 1082267 A,B	02-07-1998 21-01-1994 16-02-1994
DE 3938292 A	23-05-1991	KEINE	